

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-197585

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl.

H04R 3/04  
H04R 1/22

(21)Application number : 2000-010163

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 14.01.2000

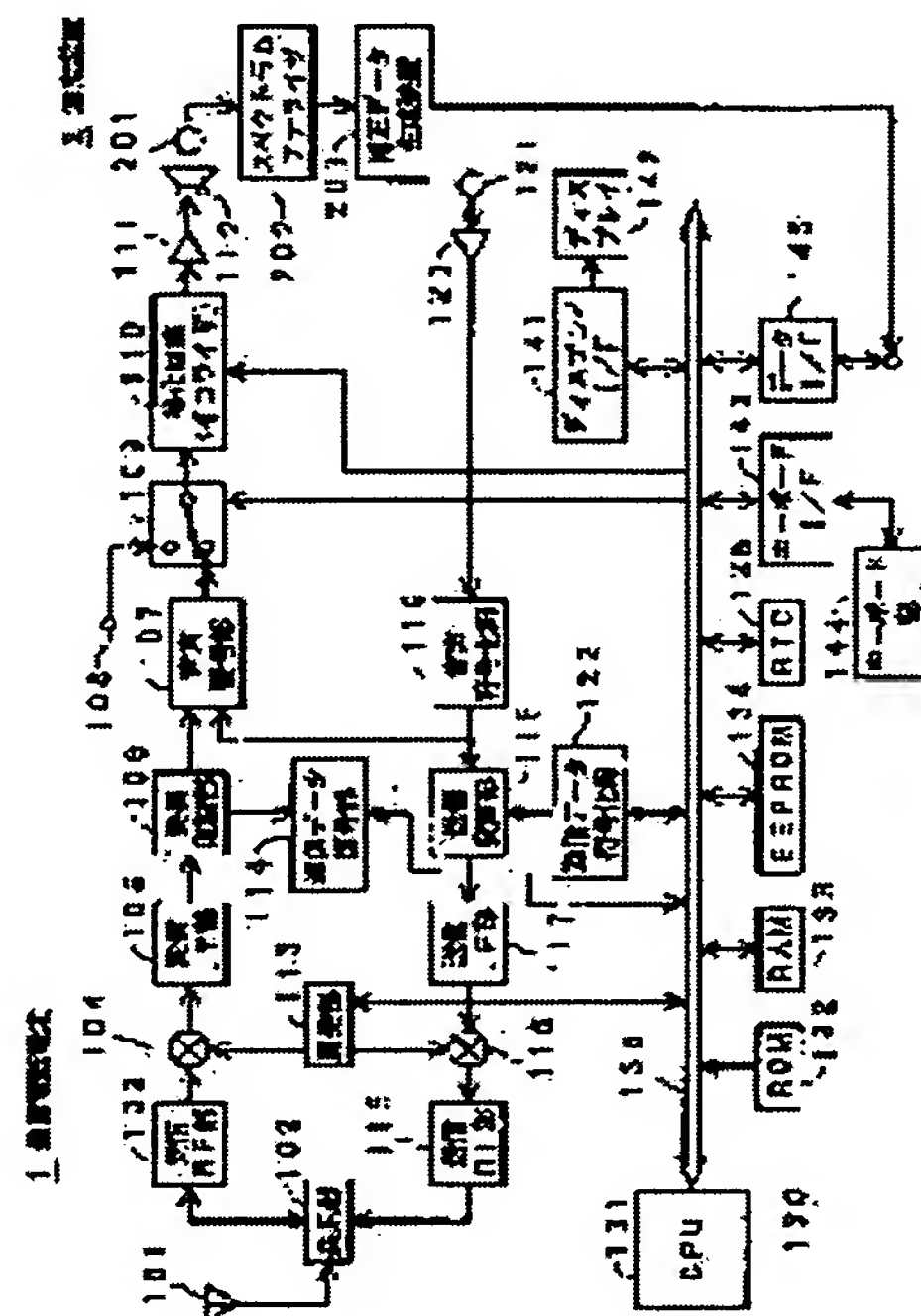
(72)Inventor : IMURA SHIGERU

## (54) FREQUENCY CHARACTERISTIC ADJUSTMENT SYSTEM, ACOUSTIC DEVICE AND FREQUENCY CHARACTERISTIC ADJUSTMENT METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a frequency characteristic system that can simply and accurately adjust a frequency characteristic of a sound emitted from a speaker mounted on a case and adjust a frequency characteristic of a voice picked up by a microphone.

**SOLUTION:** A standard microphone 201 of a measuring device 2 picks up a sound of test sound data emitted from a loudspeaker 112 of a mobile phone terminal 1 and a spectrum analyzer 202 measures its frequency characteristic. A correction data generator 203 generates parameter set to an equalization circuit (parameter equalizer) 110 of the mobile phone terminal 1 on the basis of the measurement result and supplies the parameter to the mobile phone 1 via a data I/F 145. A control section 130 of the mobile phone 1 sets the parameter from the measurement device 2 to the equalization circuit 110.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-197585  
(P2001-197585A)

(43)公開日 平成13年 7月19日 (2001.7.19)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 4 R 3/04	1 0 1	H 0 4 R 3/04	5 D 0 1 8
1/22	3 1 0	1/22	5 D 0 2 0
	3 2 0		3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願2000-10163(P2000-10163)

(22)出願日 平成12年 1月14日 (2000.1.14)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6丁目 7番35号

(72)発明者 井村 滋

東京都品川区北品川 6丁目 7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100091546

弁理士 佐藤 正美

Fターム(参考) 5D018 AA06 BB03

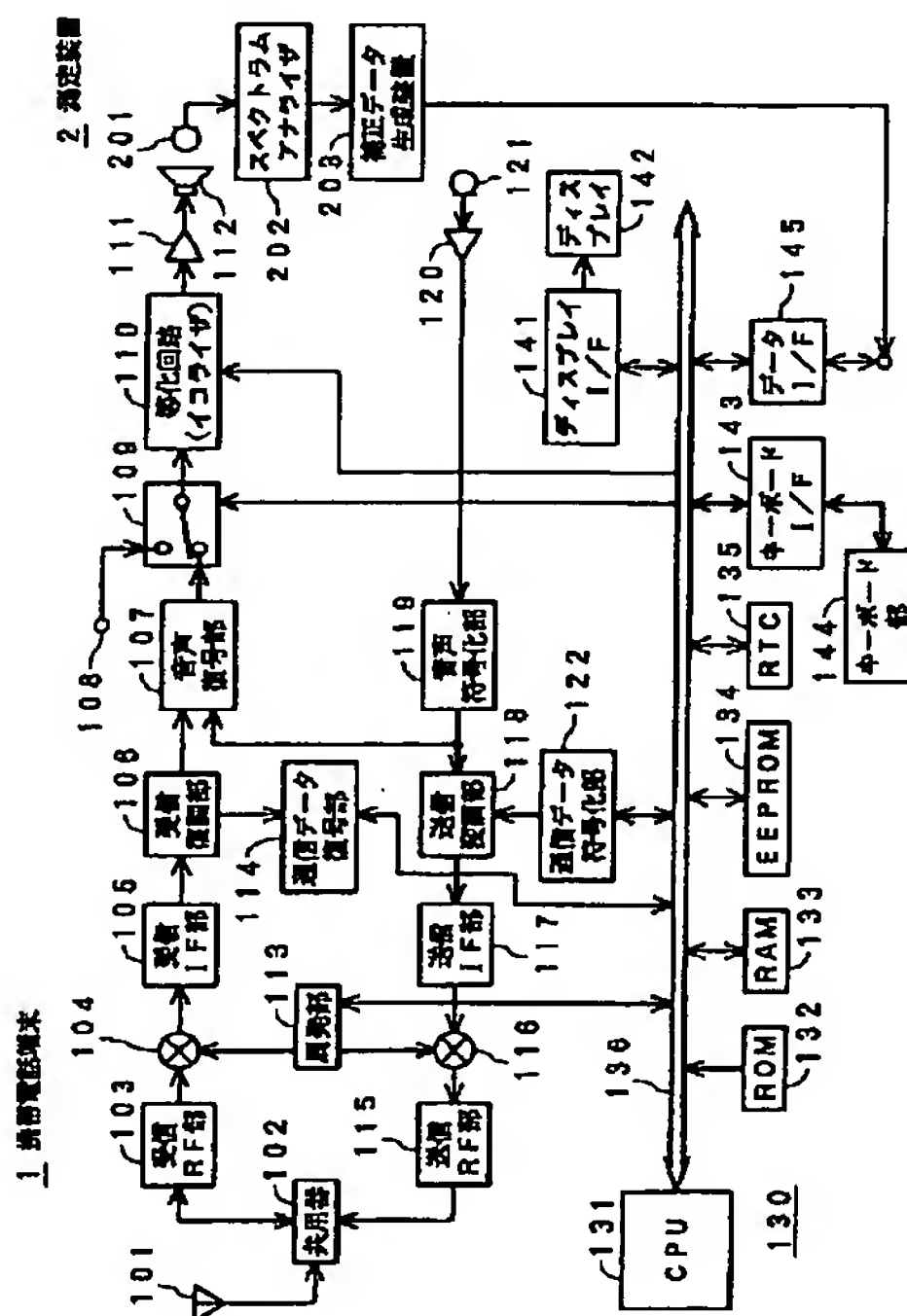
5D020 CD01 CD04

(54)【発明の名称】 周波数特性調整システム、音響装置および周波数特性調整方法

(57)【要約】

【課題】 筐体に搭載されたスピーカからの放音音声の周波数特性や、マイクロホンからの收音音声の周波数特性を簡単かつ正確に調整できるようにする。

【解決手段】 携帯電話端末1のスピーカ112から放音されるテスト音声データの放音音声、測定装置2の標準マイクロホン201により收音し、スペクトラムアナライザ202によってその周波数特性を測定する。この測定結果に基づいて、補正データ生成装置203において、携帯電話端末1の等化回路(パラメータイコライザ)110に設定するパラメータを作成し、携帯電話端末1にデータI/F145を通じて供給する。携帯電話端末1においては、コントロール部130により、測定装置2からのパラメータを等化回路110に設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】スピーカが搭載された音響装置と、前記スピーカから放音される音声の周波数特性を測定する測定装置とを有し、前記音響装置の前記スピーカから放音される音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整する周波数特性調整システムであって、

前記音響装置は、

周波数特性の測定用音声信号を前記スピーカに供給するための測定用音声信号供給手段と、

設定されるパラメータにより、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、

外部からの前記パラメータの入力を受け付けて、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ設定手段とを備え、

前記測定装置は、

前記音響装置の前記スピーカからの前記測定用音声信号の放音音声を收音するマイクロホンと、

前記マイクロホンにより收音した前記放音音声の周波数特性を測定する周波数特性測定手段と、

前記周波数特性測定手段による測定結果から、前記音響装置の前記スピーカから放音される音声の周波数特性を前記規格の範囲内に収めるように、前記音響装置の前記周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、これを前記音響装置に供給するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする周波数特性調整システム。

【請求項 2】マイクロホンが搭載された音響装置と、前記マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を測定するための測定用音声信号を発生させる測定用音声信号発生装置とを有し、前記音響装置の前記マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整する周波数特性調整システムであって、

前記音響装置は、

設定されるパラメータにより、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、

前記測定用音声発生装置から放音され、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を測定する周波数特性測定手段と、

前記周波数特性測定手段による測定結果から、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を前記規格の範囲内に収めるように、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする周波数特性調整システム。

【請求項 3】請求項 1 または請求項 2 に記載の周波数特性調整システムであって、

前記パラメータ作成手段は、周波数帯域を複数に分割

し、各帯域毎の前記放音音声についての周波数特性のレベルと尖鋭度とに応じて、前記パラメータを作成することを特徴とする周波数特性調整システム。

【請求項 4】請求項 1 または請求項 3 に記載の周波数特性調整システムであって、

前記音響装置は、前記スピーカを受話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする周波数特性調整システム。

【請求項 5】請求項 2 または請求項 3 に記載の周波数特性調整システムであって、

前記音響装置は、前記マイクロホンを送話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする周波数特性調整システム。

【請求項 6】筐体に取り付けられたスピーカと、

設定されるパラメータにより、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、

前記周波数特性調節手段に対するパラメータの入力を受け付けて、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ設定手段とを備えることを特徴とする音響装置。

【請求項 7】請求項 6 に記載の音響装置であって、

前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節するための使用者からの指示入力を受け付ける指示入力受付手段と、

前記指示入力受付手段を通じて受け付けた前記指示入力に応じて、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節するためのパラメータを作成し、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする音響装置。

【請求項 8】筐体に取り付けられたマイクロホンと、

設定されるパラメータにより、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、

前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を測定する周波数特性測定手段と、

前記周波数特性測定手段による測定結果から、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする音響装置。

【請求項 9】請求項 6、請求項 7 または請求項 8 に記載の音響装置であって、

前記パラメータは、周波数帯域を複数に分割し、各帯域毎の前記放音音声についての周波数特性のレベルと尖鋭度とに応じて作成されることを特徴とする音響装置。

【請求項 10】請求項 6 または請求項 7 に記載の音響装置であって、

前記スピーカを受話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする音響装置。

【請求項 11】請求項 8 または請求項 9 に記載の音響装



置であって、  
前記マイクロホンを送話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする音響装置。

【請求項 12】スピーカが搭載された音響装置の前記スピーカから放音される音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整する周波数特性調整方法であって、

前記音響装置の前記スピーカから周波数特性の測定用音声信号を放音する測定用音声信号放音工程と、

前記スピーカからの前記測定用音声信号の放音音声を收音して、收音した前記放音音声の周波数特性を測定する周波数特性測定工程と、

前記周波数特性測定工程における測定結果から、前記音響装置の前記スピーカから放音される音声の周波数特性を前記規格の範囲内に収めるように、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節する周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成工程とを有することを特徴とする周波数特性調整方法。

【請求項 13】マイクロホンが搭載された音響装置の前記マイクロホンにより收音される音声信号の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整する周波数特性調整方法であって、

周波数特性を測定するために放音された測定用音声を前記マイクロホンにより收音する測定用音声收音工程と、前記測定用音声收音工程において收音された前記測定用音声の周波数特性を測定する周波数特性測定工程と、

前記周波数特性測定工程における測定結果から、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を前記規格の範囲内に収めるように、前記マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を調節する周波数特性調節手段に対して設定するパラメータを作成し、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成工程とを有することを特徴とする周波数特性調整方法。

【請求項 14】請求項 12 または請求項 13 に記載の周波数特性調整方法であって、

前記パラメータ作成工程においては、周波数帯域を複数に分割し、各帯域毎の前記放音音声についての周波数特性のレベルと尖鋭度とに応じて、前記パラメータを作成することを特徴とする周波数特性調整方法。

【請求項 15】請求項 12 または請求項 14 に記載の周波数特性調整方法であって、

前記音響装置は、前記スピーカを受話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする周波数特性調整方法。

【請求項 16】請求項 13 または請求項 14 に記載の周波数特性調整方法であって、

前記音響装置は、前記マイクロホンを送話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする周波数特性調整方法。

# 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えば、携帯電話端末などのスピーカやマイクロホンを備えた音響装置において、放音される、あるいは、收音された音声の周波数特性を調整する周波数特性調整システム、このシステムに用いられる音響装置、および、周波数特性調整方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】携帯電話端末のスピーカ（受話器）やマイクロホン（送話器）の特性は、その通話品質を良好に保つために規格化されていることが多い。特に携帯電話端末に搭載されたスピーカから放音される音声の周波数特性は、音圧とともに重要である。

【0003】しかし、携帯電話端末に搭載されたスピーカから放音される音声の周波数特性は、スピーカ単体の特性だけでは決まらない。携帯電話端末に搭載されたスピーカから放音される音声の周波数特性は、そのスピーカが搭載される携帯電話端末の筐体などにも大きな影響を受けるからである。

【0004】例えば、携帯電話端末の筐体の材質や形状、携帯電話端末の筐体に搭載される基板の材質や形状、携帯電話端末の筐体のスピーカ取り付け部分に設けられる孔の数や孔の大きさ、スピーカと携帯電話端末の筐体との間に生じる隙間などが異なれば、同じ特性のスピーカを用いても、それぞれのスピーカから放音される音声の周波数特性は異なる。

【0005】そこで、実際に用いる筐体にスピーカや実際に用いる基板を実装した状態で、そのスピーカから放音される音声の周波数特性を測定して、スピーカ自体の特性を調整し、携帯電話端末に搭載されたスピーカから放音される音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるようにしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述した携帯電話端末に搭載するスピーカの特性の調整は、携帯電話端末の筐体の材質や形状、携帯電話端末に搭載する基板の材質や形状や構造が変わることに行わなければならない。つまり、携帯電話端末に搭載するスピーカの特性の調整は、その携帯電話端末に使用する部品の仕様がすべて確定するまで継続的に行うことになる。

【0007】このため、携帯電話端末の製造者側においては、製造日程に無理やずれを生じさせるなどの不都合を生じさせる場合がある。例えば、最終的に確定した仕様に基づいて試作した携帯電話端末において、スピーカから放音された音声の周波数特性が予め定められた規格の範囲から若干ずれるために、さらにスピーカの特性の調整や使用部品の変更が必要になる場合がある。これは製造日程に無理やずれを生じさせる原因になる可能性がある。

【0008】また、携帯電話端末の部品を調達する上においても不都合が生じる場合がある。例えば、特性の調整が必要になるために、安価なスピーカが利用できなかったり、特性が調整されたスピーカを用いるために、使用可能な部品が制限されてしまうなどのことが発生する可能性がある。

【0009】また、スピーカなどは、外部の部品製造業者から購入する場合もある。このような場合には、スピーカの特性の調整は、携帯電話端末の筐体などをスピーカの製造業者に渡して行う必要があり、発売前の携帯電話端末の筐体のデザインなどの情報が、競合他社に漏れる可能性もある。

【0010】これらのことは、携帯電話端末の製造業者の不利益となるばかりでない。例えば、製造日程が長引いたり、使用部品が制限されることにより、携帯電話端末のコストがアップしてしまい、一般の使用者に不利益となる場合もある。また、携帯電話端末に搭載されたスピーカから放音される音声の周波数特性が、予め決められた規格の範囲内にあっても、実際に使用する使用者にとっては聞き取り難い場合もあり、これに対処する方策は講じられていない。これらのことは、スピーカに関してだけでなく、マイクロホンについても同様である。

【0011】以上のことにかんがみ、この発明は、上記問題点を一掃し、筐体に搭載されたスピーカから放音された音声の周波数特性や、マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を簡単かつ正確に調整することができる周波数特性調整システム、周波数特性調整方法、これらのシステムや方法に用いられるとともに、使用者からの要求にも応じて、スピーカからの放音音声やマイクロホンからの收音音声の周波数特性を調節可能な音響装置を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明の周波数特性調整システムは、スピーカが搭載された音響装置と、前記スピーカから放音される音声の周波数特性を測定する測定装置とを有し、前記音響装置の前記スピーカから放音される音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整する周波数特性調整システムであって、前記音響装置は、周波数特性の測定用音声信号を前記スピーカに供給するための測定用音声信号供給手段と、設定されるパラメータにより、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、外部からの前記パラメータの入力を受け付けて、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ設定手段とを備え、前記測定装置は、前記音響装置の前記スピーカからの前記測定用音声信号の放音音声を收音するマイクロホンと、前記マイクロホンにより收音した前記放音音声の周波数特性を測定する周波数特性測定手段と、前記周波数特性測定手段による測定結果から、前記音響装置の前記スピー

一カから放音される音声の周波数特性を前記規格の範囲内に収めるように、前記音響装置の前記周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、これを前記音響装置に供給するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする。

【0013】この請求項1に記載の発明の周波数特性調整方法によれば、音響装置のスピーカから放音される測定用音声信号の放音音声は、測定装置のマイクロホンにより收音され、周波数特性測定手段によって周波数特性が測定される。この測定結果に基づいて、パラメータ作成手段において、音響装置の周波数特性調節手段に設定するパラメータが作成され、音響装置に供給される。音響装置においては、パラメータ設定手段により、測定装置からのパラメータが、周波数特性調整手段に設定される。

【0014】これにより、音響装置に搭載されているスピーカからの放音音声の周波数特性を簡単かつ確実に、予め決められた規格の範囲内に収めるように調整することができる。

【0015】また、請求項2に記載の発明の周波数特性調整システムは、マイクロホンが搭載された音響装置と、前記マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を測定するための測定用音声信号を発生させる測定用音声信号発生装置とを有し、前記音響装置の前記マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整する周波数特性調整システムであって、前記音響装置は、設定されるパラメータにより、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、前記測定用音声発生装置から放音され、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を測定する周波数特性測定手段と、前記周波数特性測定手段による測定結果から、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を前記規格の範囲内に収めるように、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする。

【0016】この請求項2に記載の周波数特性調整システムによれば、測定用音声信号の放音音声は、音響装置のマイクロホンにより收音され、音響装置内の周波数特性測定手段により、その周波数特性が測定される。そして、音響装置内のパラメータ作成手段により、周波数特性測定手段からの測定結果に基づいて、音響装置のマイクロホンにより收音した音声の周波数特性を規格の範囲内に収めるように、周波数特性調節手段に設定するパラメータが作成され、周波数特性調節手段に設定される。

【0017】これにより、音響装置に搭載されているマイクロホンによる收音音声の周波数特性を簡単かつ確実に、予め決められた規格の範囲内に収めるように調整することができる。



【0018】また、請求項3に記載の周波数特性調整システムは、請求項1または請求項2に記載の周波数特性調整システムであって、前記パラメータ作成手段は、周波数帯域を複数に分割し、各帯域毎の前記放音音声についての周波数特性のレベルと尖鋭度とに応じて、前記パラメータを作成することを特徴とする。

【0019】この請求項3に記載の発明の周波数特性調整システムによれば、周波数特性調節手段は、いわゆるパラメトリックイコライザである。そして、パラメータ作成手段において、周波数特性測定手段により測定される音声の周波数特性の分割された各周波数帯域ごとのレベルと尖鋭度（Q値）とが用いられて、周波数特性調節手段に設定するパラメータが作成される。

【0020】これにより、音響装置の周波数特性調節手段に対して、パラメータ作成手段により作成されたパラメータを設定するだけで、簡単かつ正確にスピーカから放音される音声の周波数特性を、あるいは、マイクロホンにより收音された音声の周波数特性を予め定められた規格の範囲内に収めるように調整することができる。

【0021】また、請求項4に記載の発明の周波数特性調整方法は、請求項1または請求項3に記載の周波数特性調整システムであって、前記音響装置は、前記スピーカを受話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする。

【0022】この請求項4に記載の発明の周波数特性調整方法によれば、音響装置は、例えば、携帯電話端末などの通信端末装置である。従来、通信端末装置に搭載するスピーカ自身の特性をコントロールすることにより行っていた放音音声の周波数特性の調整が、スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調整することにより行われる。

【0023】これにより、完成した状態の音響装置である通信端末装置のスピーカから放音される音声の周波数特性をいつでも、予め決められた規格の範囲内に収めるように調整することができる。

【0024】また、請求項5に記載の発明の周波数特性調整システムは、請求項2または請求項3に記載の周波数特性調整システムであって、前記音響装置は、前記マイクロホンを送話器として用いる通信端末装置であることを特徴とする。

【0025】この請求項5に記載の発明の周波数特性調整方法によれば、音響装置は、例えば、携帯電話端末などの通信端末装置である。従来、通信端末装置に搭載するマイクロホン自身の特性をコントロールすることにより行っていたマイクロホンにより收音された音声の周波数特性の調整が、マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を直接的に調整することにより行われる。

【0026】これにより、完成した状態の音響装置である通信端末装置のマイクロホンにより收音した音声の周波数特性をいつでも、予め決められた規格の範囲内に収

めるように調整することができる。

【0027】また、請求項6に記載の発明の音響装置は、筐体に取り付けられたスピーカと、設定されるパラメータにより、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、前記周波数特性調節手段に対するパラメータの入力を受け付けて、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ設定手段とを備えることを特徴とする。

【0028】この請求項6に記載の周波数特性調整方法によれば、外部からパラメータの提供を受け、このパラメータに応じて、スピーカに供給する音声信号の周波数特性が調節される。これにより、外部からのパラメータによって、音響装置のスピーカから放音される音声の周波数特性を調整することができる。

【0029】また、請求項7に記載の発明の音響装置は、請求項6に記載の音響装置であって、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節するための使用者からの指示入力を受け付ける指示入力受付手段と、前記指示入力受付手段を通じて受け付けた前記指示入力に応じて、前記スピーカに供給する音声信号の周波数特性を調節するためのパラメータを作成し、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする。

【0030】この請求項7に記載の発明の音響装置によれば、当該音響装置の使用者からの指示入力に応じて、パラメータ作成手段により、周波数特性調節手段に対するパラメータが作成され、この作成されたパラメータが周波数特性調整手段に設定される。これにより、使用者からの要求に応じて、スピーカからの放音音声の周波数特性を調整することができる。つまり、スピーカから放音される音声の周波数特性を使用者の好みに応じて調整することができる。

【0031】また、請求項8に記載の発明の音響装置は、筐体に取り付けられたマイクロホンと、設定されるパラメータにより、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を調節する周波数特性調節手段と、前記マイクロホンにより收音した音声の周波数特性を測定する周波数特性測定手段と、前記周波数特性測定手段による測定結果から、前記周波数特性調節手段に設定するパラメータを作成し、これを前記周波数特性調節手段に設定するパラメータ作成手段とを備えることを特徴とする。

【0032】この請求項8に記載の音響装置によれば、周波数特性測定手段により測定された周波数特性に基づいて、パラメータ作成手段により、周波数特性調節手段に設定されるパラメータが作成される。このパラメータ作成手段により作成されたパラメータが、周波数特性調節手段に設定される。これにより、音響装置のマイクロホンにより收音した音声の周波数特性を自動で調整することができる。

## 【0033】

【発明の実施の形態】以下、図を参照しながらこの発明による周波数特性調整システム、音響装置および周波数特性調整方法について説明する。以下に説明する実施の形態においては、スピーカ（受話器）とマイクロホン（送話器）とを備える携帯電話端末に、この発明による音響装置を適用した場合を例にして説明する。

【0034】〔第1の実施の形態〕図1は、この発明による周波数特性調整方法が適用された、この発明による周波数特性調整システムの一実施の形態を説明するためのブロック図である。図1に示すように、この第1の実施の形態の周波数特性調整システムは、携帯電話端末1と、測定装置2とからなり、携帯電話端末1のスピーカ112から放音される音声（放音音声）の周波数特性を、予め決められた規格の範囲内に収めるように調整するものである。

【0035】〔携帯電話端末について〕まず、図1に示すこの第1の実施の形態の周波数特性調整システムで用いる携帯電話端末1について説明する。この第1の実施の形態の携帯電話端末1は、一般的なデジタルセルラ一携帯電話端末の構成と同様の構成を有するものである。初めに、この実施の形態の携帯電話端末1の受信系について説明する。

【0036】アンテナ101を通じて受信した受信信号は、アンテナ共用器102を通じて受信RF部103に供給される。受信RF部103は、これに供給された受信信号が適正なレベルになるように、必要な帯域制限、AGC（Automatic Gain Control）などの処理を行い、処理後の信号をミキサ204に供給する。

【0037】ミキサ204は、受信信号の受信周波数を一定の周波数に変換するために、周波数を制御された局発部113からの信号と受信RF部103からの出力信号とを混合する。ミキサ104からの出力信号は、受信IF部105に供給される。受信IF部105は、これに供給された信号をA/D変換し、一定のビットレートを持つIQデジタルデータを形成する。このIQデジタルデータは、受信復調部106に供給される。

【0038】受信復調部106は、これに供給されたIQデジタルデータについて、フェージングなどの影響除去や、受信した信号の種別判別、デ・インターリーブ、エラー訂正を行い、適切な復号を行って、音声データとその他の通信データとを分離する。分離された音声データは、音声復号部107に供給され、その他の通信データは、通信データ復号部114に供給される。

【0039】音声データは、通常圧縮されてバースト毎のブロックで送られてくる。このため、音声復号部107は、これに供給された音声データを伸張してデコードする。このデコードされた音声データは、スイッチ回路109の一方の入力端に供給される。

【0040】スイッチ回路109は、コントロール部130の制御により、音声復号部107からの受信した音声データを出力するか、スピーカ112からの放音音声の周波数特性を調整するために、入力端子108を通じて供給されるテスト音声データを出力するかを切り換える。そして、スイッチ回路109から出力された音声データは、等化回路110に供給される。

【0041】等化回路110は、後述もするように、パラメトリックイコライザの構成とされており、設定されるパラメータに応じて、音声データのレベルや中心周波数を調節することによって、音声データの周波数特性を調整することができるものである。

【0042】等化回路110からの周波数特性が調整された音声データは、音声のサンプリングレートに従ってD/A変換される。この後、D/A変換されたアナログ音声信号はスピーカアンプ111にて電力増幅されてスピーカ112に供給され、このスピーカ112からアナログ音声信号に応じた音声放音される。

【0043】一方、通信データ復号部114に供給された通信データは、ここで最終的な元のデータに復号される。この復号された通信データは、例えば、この携帯電話端末のコントロール部130に供給されたり、また、CPUバス136を経由し、データインターフェース（図1においては、データI/Fと記載。）145を介して外部装置などに送信される。

【0044】次に、送信系について説明する。マイクロホン121は、收音した音声をアナログ音声信号に変換し、これをマイクアンプ120に供給する。マイクロホン121の出力は小さいので、マイクアンプ120は、これに供給されたアナログ音声信号を必要な電圧にまで増幅する。増幅されたアナログ音声信号は音声符号化部119に供給される。

【0045】音声符号化部119は、これに供給されたアナログ音声信号を適当なサンプリングレートでまずA/D変換し、アナログ音声信号をデジタル化する。そして、音声符号化部119は、デジタル化した音声信号を所定の符号化方式で符号化して圧縮し、送信RF信号におけるバースト信号にあったブロックにまとめる。

【0046】一方、コントロール130からの送信すべきデジタルデータ、あるいは、データI/F145を通じて外部装置から入力され送信すべきデジタルデータは、通信データ符号化部122において適当なブロックにまとめられる。音声符号化部119と通信データ符号化部122からのデータは送信変調部118でまとめられ一定のデータレートを持つIQデジタルデータにされる。

【0047】このIQデジタルデータは、送信IF部117にてD/A変換されアナログ変調信号に変換された後、所望の送信周波数に変換するために、局発部113から変換用の信号とミキサ116で混合される。所望の



周波数に変換された信号は必要な送信電力にするために送信RF部115にて電力増幅され共用器102を経由してアンテナ101から放射(送信)される。

【0048】また、図1に示すように、この実施の形態の携帯電話端末1は、CPU131、ROM132、RAM133、EEPROM(Electrically Erasable and Programmable ROM)134、RTC(Real Time Clock)135が、CPUバス136によって接続されてマイクロコンピュータの構成とされたコントロール部130を有している。このコントロール部130が、この実施の形態の携帯電話端末1の各部を制御するものである。

【0049】そして、この実施の形態の携帯電話端末1において、ROM132は、CPU131において実行されるプログラムや、表示用のフォント等の必要となるデータが予め記憶されたものである。また、RAM133は、主に作業領域として用いられるものであり、CPU131がプログラム実行中において、必要に応じて計算途中のデータなどを記憶したり、コントロール部130と、携帯電話端末1の各部との間でやり取りするデータを一時記憶したりする場合などに利用される。

【0050】また、EEPROM134は、携帯電話端末1の電源がオフされても例えば直前の設定条件などを記憶しておき、次の電源オン時に同じ設定にするような使用方法をする場合に、それらの設定パラメータを記憶しておくものである。計時用のRTC135は、年月日及び時刻データを提供する。RTC135は、例えば、データ等のタイムスタンプ、携帯電話端末の時計表示、アラーム等に利用される。

【0051】また、図1に示すように、この実施の形態の携帯電話端末は、ディスプレイインターフェース(図1においては、ディスプレイI/Fと記載。)141、キーボードインターフェース(図1においては、キーボードI/Fと記載。)143を備えている。

【0052】コントロール部130からの表示データは、ディスプレイI/F141を通じてディスプレイ142に供給され、ディスプレイ142の表示画面に表示される。また、いわゆるテンキーや各種のファンクションキーを備えたキーボード部144を通じて入力された使用者からの入力データは、キーボードI/F143を通じてコントロール部130に供給される。

【0053】なお、この第1の実施の形態の携帯電話端末1においては、マイクロホン121により收音した音声の音声信号を、音声符号化部119から音声復号部107へ戻すようにしている。これにより、マイクロホン121からの音声信号は、受信した相手の音声信号に混合され、音声復号部107においてデコードされ、スピーカ112から放音される。つまり、話者の音声の一部をスピーカ112からも聞こえるようにしている。

【0054】これは、トーカーサイドトーン(Talker Side Tone)と呼ばれ、携帯電話端末の受話部で話者(使用者)の耳を覆うことにより、話者自信の音が聞こえにくくなり、それを話者自信が無意識に補正しようとして声が大きくなることを防止あるいは緩和するためである。

【0055】そして、この実施の形態の携帯電話端末1は、スピーカ112から放音される放音音声の周波数特性の調整モードを備えている。この調整モードに切り換えられると、携帯電話端末1においては、コントロール部130の制御により、スイッチ回路109が入力端子108からのテスト音声データを等化回路110に供給するように切り換えられる。これにより、入力端子108からのテスト音声データに応じた音声、携帯電話端末1のスピーカ112から放音される。

【0056】なお、放音音声の周波数特性の調整モードは、通常は、測定装置2を備えた製造業者側において使用されるモードである。このため、携帯電話端末1を放音音声の周波数特性の調整モードに切り換えるためには、携帯電話端末1のキーボード部144の複数のキーを同時に押下するなど、使用者(エンドユーザ)が誤って放音音声の周波数特性の調整モードに切り換えてしまうことがないようにされている。

【0057】[測定装置について]次に、図1に示す測定装置2について説明する。測定装置2は、図1に示すように、予め特性が分かっている標準マイクロホン201、スペクトラムアナライザ202、携帯電話端末1の等化回路110に設定するようにするパラメータ(補正データ)を生成する補正データ生成装置部203とを備えたものである。

【0058】標準マイクロホン201は、携帯電話端末1のスピーカ112からのテスト音声データに応じた放音音声を收音して、アナログ音声信号に変換し、これをスペクトラムアナライザ202に供給する。スペクトラムアナライザ202は、標準マイクロホン201からのアナログ音声信号についての周波数特性を測定し、測定の結果得られた周波数特性についてのデータを補正データ生成装置203に供給する。

【0059】補正データ生成装置部203は、スペクトラムアナライザ202からの測定の結果得られた周波数特性についてのデータの供給を受けるとともに、生成した補正データを携帯電話端末1に対して出力することが可能なものである。この補正データ生成装置部203として、例えばパーソナルコンピュータが用いられる。

【0060】そして、補正データ生成装置部203は、後述もするように、スペクトラムアナライザ202からのデータなどに基づいて、携帯電話端末1の等化回路110に設定するパラメータ(補正データ)を生成する。補正データ生成装置部203において生成された補正デ



ータは、携帯電話端末1のデータI/F145を通じて携帯電話端末1に供給され、等化回路110に設定するパラメータを記憶するEEPROM134に記憶される。

【0061】そして、携帯電話端末1のコントロール部130は、EEPROM134に設定されたパラメータを等化回路110に対して設定する。これにより、スピーカ112に供給する音声データの周波数特性が調節され、その結果として、スピーカ112からの放音音声の周波数特性が調整される。

【0062】〔周波数特性調整システムの要部について〕次に、この第1の実施の形態の周波数調整システムについて、より詳細に説明する。図2は、この第1の実施の形態の周波数特性調整システムの要部を説明するためのブロック図である。図1にも示したように、この第1の実施の形態の携帯電話端末1には、スピーカ112に供給する音声信号の周波数特性を調節するための等化回路110が設けられている。等化回路110は、前述もしたように、パラメトリックイコライザの構成とされており、この第1の実施の形態においては、2次IIR (Infinite Impulse Response) フィルタによって実現している。

【0063】図3は、2次IIRフィルタによって形成した1バンド当たりのパラメトリックイコライザの例を説明するための図である。図3に示すように、この第1の実施の形態において、1バンド当たりのパラメトリックイコライザは、増幅回路1101、1104、1105、1108、1109、1110と、イクスクルーシブオア回路（以下、EXOR回路と略称する。）1102、1103、1111、1112と、2つの遅延回路1106、1107とにより構成される。

【0064】図3において、各増幅回路中に記載されている記号 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は、その増幅回路の係数（パラメータ）である。これらのパラメータを変更することによって、図1に示した携帯電話端末1のスピーカ112に供給する音声データの周波数特性を調整する。

【0065】具体的には、以下に説明するように、図3に示したフィルタの伝達関数 $H(z)$ 、および、測定装置2の標準マイクロホン201により收音する携帯電話端末1のスピーカ112からの放音音声の周波数特性のレベルと尖鋭度（Q値）とに応じて、補正データ生成装置203により、図3に示したフィルタに設定するパラメータの補正データを形成する。

【0066】すなわち、図3に示した2次IIRフィルタ（以下、単にフィルタという。）の伝達関数 $H(z)$ は、図4の（式1）で示される。（式1）に示した伝達関数を有する図3に示したフィルタを、バンドパスフィルタにするためには、増幅回路1108、1109、1110の各係数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ の関係は、図4の（式

2）に示す関係を有することが条件となる。

【0067】このようにして、図3に示したフィルタをバンドパスフィルタとした場合の当該バンドパスフィルタの周波数特性は、図6に示すようになる。図6において、符号 $G_0$ は、ピークレベル（最高レベル）であり、 $\omega_0$ は、ピークレベル $G_0$ 時の周波数（中心周波数）である。また、 $\omega_b$ は、ピークレベル時からそのパワーが半分になる-3dBの帯域の幅（以下、バンド幅という。）である。

10 【0068】この場合、中心周波数 $\omega_0$ 、バンド幅 $\omega_b$ 、フィルタの係数 $b_1$ 、 $b_2$ には、図5に示す関係式、（式3）、（式4）、（式5）が成り立つ。この（式3）、（式4）に示す式から図3に示したフィルタの係数 $b_1$ 、 $b_2$ を求めることができる。つまり、フィルタの周波数特性のピークレベル時の周波数 $\omega_0$ と、バンド幅 $\omega_b$ とが分かれば、図3に示したフィルタの係数 $b_1$ 、 $b_2$ が求められる。換言すれば、レベルと、周波数 $\omega_0$ およびバンド幅 $\omega_b$ から求められるQ値とが分かれば、係数 $b_1$ 、 $b_2$ が求められる。

20 【0069】また、図3に示したフィルタをバンドパスフィルタとして用いる場合には、図3に示したフィルタの係数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ は、図4の（式2）の関係を有するものとして定めることができる。

【0070】そして、バンドパスフィルタとされた図3に示すフィルタが、例えば、図7において曲線301が示す周波数特性を有する場合に、これを図7において曲線302が示す周波数特性に変更する場合には、曲線302の中心周波数 $\omega_0$ 、バンド幅 $\omega_b$ に基づいて、図3に示したフィルタの各係数を求めることができる。

30 【0071】つまり、図7に示した曲線302は、基準値から図7に示した曲線301が示す特性を減算することにより得ることができるので、この曲線302のディップレベル（最低レベル）、ディップレベル時の周波数 $\omega_0$ （図7において、周波数 $\omega_0 = f_0$ ）、バンド幅 $\omega_b$ をも求めることができる。

【0072】したがって、図3に示した構成のフィルタを用いる場合、そのフィルタから出力される音声データの周波数特性において、どこにピークやディップを作るか、あるいは、既に存在しているピークやディップを消滅させるようにするかを決めれば、周波数特性を調整することができる。つまり、目的とする周波数におけるレベルと、その周波数における目的のレベル時のQ値が定まれば、（式2）、（式3）、（式4）に基づいて、図3に示したフィルタで用いる目的とする係数（パラメータ）の値を求めることができる。

40 【0073】これにより、図3に示した構成を有するフィルタの場合、そのフィルタの周波数特性を、ピークを有する特性から平坦な特性に調整したり、あるいは、ディップを有する特性に調整したり、もちろん、ピークやディップを有する特性から平坦な特性に調整するなど、

所望の周波数特性になるように調整することができる。

【0074】この第1の実施の形態の携帯電話端末1の等化回路110は、前述したように、設定されているパラメータを補正（変更）することによって、その周波数特性の調節が可能な図3に示した構成を有するフィルタを、複数個、例えば、5バンド分備えることによって形成されたものである。つまり、放音音声の周波数特性がとる帯域を5つの帯域に分割し、各帯域毎に設ける複数段のフィルタによって、等化回路110が構成されている。

【0075】そして、この第1の実施の形態においては、前述もしたように、携帯電話端末1のスピーカ112から放音される放音音声の周波数特性を予め決められた規格の範囲内に収めるように、携帯電話端末1の等化回路110の周波数特性を調整する。

【0076】図8は、携帯電話端末1のスピーカから放音される周波数特性の規格と、周波数特性の調整について説明するための図である。携帯電話端末1のスピーカ112から放音される放音音声の周波数特性は、通話品質を一定に保つため、例えば図8に示すように、予め決められた上限曲線401および下限曲線402の範囲内に収めることが規格化されているものとする。

【0077】この第1の実施の形態においては、携帯電話端末1のスピーカ112からの放音音声の周波数特性を、図8において、特性曲線403が示すように、いずれの周波数においても、上限曲線401を越えず、かつ、下限曲線402を下回ることがないように調整する。

【0078】そこで、この第1の実施の形態において、測定装置2の補正データ生成装置203は、図2に示したように、測定データメモリ2031と、目標特性データメモリ2032と、補正データ生成部2033とを備えている。測定データメモリ2031は、スペクトラムアナライザ202からの周波数特性データから得られるデータ（以下、測定データという。）を記憶する。

【0079】目標特性データメモリ2032は、図8に示した上限曲線401、下限曲線402、および、基準となる特性曲線403のそれぞれに対応するデータを目標特性データとして予め記憶している。そして、補正データ生成部2033は、測定データメモリ2031に記憶された測定データと、目標特性データメモリ2032に記憶された目標特性データとに応じて、周波数によって示される特性を補正すべき位置と、その位置における目的とするレベル時のQ値とを求め、これに応じて携帯電話端末1の等化回路110に設定するようにするパラメータ（補正データ）を生成する。

【0080】〔測定データについて〕図9は、補正データ生成装置203の測定データメモリ2031に形成される測定データテーブルを説明するための図である。この測定データテーブルには、スピーカからの放音音声の

周波数特性を測定した時に得られる測定データを記録する一次的なデータテーブルである。測定データメモリ2031に形成される測定データテーブルは、図9に示すように、アドレスエリア501、周波数エリア502、Q値エリア503、レベルエリア504からなっている。

【0081】アドレスエリア501には、スペクトラムアナライザ202からの周波数特性データから得られ周波数データ、Q値データ、レベルデータを測定データメモリ2031に記録した場合の記録開始位置を示すアドレスを記録する。

【0082】この実施の形態において、スペクトラムアナライザ202からの周波数特性データから得られる測定データは、予め決められた規格の範囲外となるピーク時またはディップ時の周波数、Q値、レベルであり、後述もするように、これらが1つの測定データセットを構成する。この第1の実施の形態においては、周波数、Q値、レベルのそれぞれは、精度を考慮し全て4バイト（32ビット）のデータとしている。このため、アドレスエリア501に記録されるアドレスは、12バイト毎の値となる。

【0083】周波数エリア502には、測定された周波数特性の予め規定された誤差以上（規格の範囲外）のピーク時またはディップ時の中心周波数 $\omega_0$ が記録される。この第1の実施の形態においては、図8に示した上限曲線401以上のピークレベル時または下限曲線402以下のディップレベル時の周波数が、周波数エリア502に記録される。

【0084】また、Q値エリア503には、前述した予め規定された誤差以上のピーク時またはディップ時の周波数特性の鋭さ（尖鋭度）を示すQ値が記録される。Q値は、図5C、および、図6に示したように、中心周波数 $\omega_0$ と、バンド幅 $\omega_b$ とにより決定され、図9にも示すように、 $Q = \omega_0 / \omega_b$ により求めることができる。

【0085】レベルエリア504には、周波数特性が平坦な基準値からの測定されたピークの高さ（プラス（+）の値）、または、ディップの深さ（マイナス（-）の値）が記録される。この第1の実施の形態においては、図8に示した特性曲線403が基準特性（基準値）となる。

【0086】そして、前述もしたように、周波数、Q値、レベルを、ピークレベル時、あるいは、ディップレベル時の周波数毎に1つの測定データセットとして、幾つかの帯域を構成させ、これらを補正するように、補正データ生成装置203において、パラメトリックイコライザの構成とされた携帯電話端末1の等化回路110に設定するパラメータを導き出す。

【0087】つまり、この第1の実施の形態においては、図9に示すように、周波数F1、Q値Q1、レベルL1が1つのセットである。同様に、周波数F2、Q値

Q2、レベルL2が、1つのセットを構成し、周波数F3、Q値Q3、レベルL3が、他の1つのデータセットを構成している。

【0088】これらの各測定データセットが、周波数特性の調整のターゲットとなり、これらの測定データセットが示すピークあるいはディップを消滅させ、周波数特性が、規格の範囲内に収まるように、補正データ生成装置部2033において、等化回路110を構成する目的とする周波数帯域に対応するフィルタに設定するパラメータを生成する。

【0089】このようにして、補正データ生成部2033において生成される補正データは、前述もしたように、携帯電話端末1のデータI/F145を通じて、携帯電話端末1のコントロール部130に取り込まれ、パラメータメモリとしても用いられるEEPROM134に記憶されることになる。

【0090】[パラメータ(補正データ)について]図10は、この第1の実施の形態において、携帯電話端末1のEEPROM134に形成されるパラメータテーブルを説明するための図である。前述した補正データ生成装置部203において生成された補正データが、この図10に示すパラメータテーブルに記憶される。

【0091】図10に示すように、EEPROM134に形成されるパラメータテーブルは、アドレスエリア601、係数a0エリア602、係数a1エリア603、係数a2エリア604、係数b1エリア605、係数b2エリア606、係数k1エリア607、係数k2エリア608を備えている。

【0092】アドレスエリア601には、係数a0、a1、a2、b1、b2、k1、k2からなる1セットのパラメータを、EEPROM134に記録したときの記録開始位置を示すアドレスを記録する。この実施の形態において、係数a0、a1、a2、b1、b2、k1、k2のそれぞれは、32ビットの精度で表されるようにされている。このため、1周波数セット当たり28バイトとなり、アドレスエリア601に記録される各セットの開始アドレスは、28バイト毎のアドレスとなっている。

【0093】係数a0エリア602から係数k2エリア608までの各エリアは、等化回路110を構成するフィルタに設定するパラメータとしての各係数値を記録するエリアである。ここで、係数a0エリア602から係数b2エリア606には、図3に示したフィルタを構成する対応する回路部分の係数a0、a1、a2、b1、b2の値が記録される。

【0094】また、係数k1エリア607、および、係数k2エリア608には、係数k1、k2が記録される。この係数k1、k2は、等化回路110を構成する図3に示したフィルタに信号が入力された場合に、フィルタ自身が有する計算精度のためにオーバーフローなど

が生じて波形のクリップなどが発生してしまうことを防止するために、また、隣接する帯域の影響を補正するために用いられるものである。これらの係数k1、k2は、適切な補正を入力および出力のレベルシフトで行う場合に用いられる。

【0095】そして、これら7つの係数a0、a1、a2、b1、b2、k1、k2が、スピーカに供給する音声信号の周波数特性を補正するための補正用のパラメータセットを構成している。例えば、第1の周波数に関わるパラメータセットは、アドレス0000(Hex)から始まり、係数値1a0、1a1、1a2、1b1、1b2、1k1、1k2で構成される。

【0096】第2の、第3の周波数に関しても、アドレス001C(Hex)、アドレス0038(Hex)から同様に始まる。このようなパラメータセットは、予め決められたバンド数分用意される。この第1の実施の形態においては、前述したように分割された周波数帯域に応じて、5バンド分用意される。この図10に示すパラメータテーブルには、初期値として、等化回路110を構成する各バンドのフィルタ自身の周波数特性が平坦になるような係数(パラメータ)が予め設定されている。

【0097】そして、スピーカ112からの放音音声の周波数特性の調整処理を実行することにより、測定装置2の補正データ装置部203において生成された補正データが、携帯電話端末1のEEPROM134のパラメータテーブルの目的とする帯域に対応するデータの記憶エリアに記憶される。そして、パラメータテーブルに記憶されたパラメータが、携帯電話端末1のコントロール部130により、等化回路110に設定される。

【0098】これにより、等化回路110において、スピーカ112に供給する音声データの周波数特性が調整されて、スピーカ112から放音される放音音声の周波数特性が予め決められた規格の範囲に収まるように調整される。

【0099】[放音音声の周波数特性の自動調整処理について]次に、この第1の実施の形態の周波数特性調整システムにおいて実行されるスピーカ112からの放音音声の周波数特性自動調整処理について、図11、図12のフローチャートを参照しながら説明する。図11は、図1、図2に示したこの第1の実施の形態の周波数調整システムにおいて、携帯電話端末1のスピーカ112からの放音音声の周波数特性を自動調整する場合に行われる処理を説明するためのフローチャートである。

【0100】前述もしたように、この第1の実施の形態の携帯電話端末1は、スピーカ112からの放音音声の周波数特性を調整するようにするための調整モードを有している。この調整モード時においては、携帯電話端末1は、テスト音声データに応じた音声の放音を行うとともに、測定装置2の補正データ生成装置部203との間でデータの交換を行い、補正データ生成装置部203か



らのコマンドおよび補正データ（等化回路110用のパラメータ）の供給を受けて、EEPROM134のパラメータテーブルに、補正データを記録することができるようにされている。

【0101】そして、携帯電話端末1が、調整モードにされるとともに、測定装置2を構成する標準マイクロホン201、スペクトラムアナライザ202、補正データ生成装置203に電源が投入されると、図11に示す処理が開始される。まず、調整モードにされた携帯電話端末1は、前述もしたように、コントロール130の制御により、スイッチ回路109を入力端子108からのテスト音声データを出力するように切り換えて、テスト音声データに応じた音声をスピーカ112から放音する（ステップS701）。

【0102】この実施の形態においては、テスト音声データとしては、いわゆるピンクノイズを用いる。ピンクノイズは、所定の帯域における音響エネルギーがどの周波数においても一定となるものである。したがって、スピーカから放音される音声の特性としては、音響エネルギーがどの周波数でも一定となれば、周波数特性が平坦であることが分かるので、ピンクノイズを用いている。なお、ピンクノイズの発生方法としては、例えば、M系列のデータ（いわゆるホワイトノイズ）に、デジタルフィルタで、 $-3\text{ dB/oct}$ （octは、オクターブの略。）となるような特性を与えることで実現できる。

【0103】そして、測定装置2の標準マイクロホン201により、携帯電話端末1のスピーカ112から放音されたピンクノイズを收音し（ステップS702）、スペクトラムアナライザ202に供給する。スペクトラムアナライザ202は、標準マイクロホン201からのピンクノイズの周波数特性を測定し、測定結果（周波数データ）を補正データ生成装置部203に供給する（ステップS703）。

【0104】補正データ生成装置部203は、スペクトラムアナライザ202からの測定結果と、目標特性データメモリ2032に記憶保持している目標特性データとに応じて、スピーカ112からのピンクノイズの周波数特性が、図8に示した規格の範囲内にあるかをチェックする周波数特性チェックを行う（ステップS704）。

【0105】そして、補正データ生成装置部203は、ステップS704におけるチェック結果に基づいて、收音したピンクノイズの周波数特性は、誤差範囲内（規格の範囲内）か否かを判断する（ステップS705）。ステップS705の判断処理において、收音したピンクノイズの周波数特性が誤差範囲内であると判断したときには、これ以上の補正は必要ないので、補正データ生成装置部203は、この図11に示す処理を終了する。

【0106】ステップS705の判断処理において、收音したピンクノイズの周波数特性が、誤差範囲内ではないと判断した場合には、補正データ生成装置203は、補

正データ生成処理を行い（ステップS706）、この図11に示す処理を予め決められた回数分終了したか否かを判断する（ステップS707）。

【0107】このステップS707において、図11に示す処理の予め決められた繰り返し回数は、携帯電話端末1の等化回路110のバンド数に応じた回数や、図11に示す処理の所定時間内における実行可能回数などである。そして、ステップS707の判断処理において、図11に示す処理を予め決められた回数分行っていないと判断したときには、ステップS701からの処理を繰り返す。また、ステップS707の判断処理において、図11に示す処理を予め決められた回数分行ったと判断したときには、図11に示す処理を終了する。

【0108】次に、図11に示した処理のステップS706において行われる補正データ生成処理について説明する。図12に示すフローチャートは、図11に示した処理のステップS706において実行される補正データ生成処理を説明するためのフローチャートである。

【0109】前述したように、図11に示したステップS705の判断処理において、スピーカ112からの放音音声の周波数特性が、図8に示した規格の範囲内ではないと判断した場合に、補正データ生成装置部203において、図12に示す補正データ生成処理が実行される。

【0110】まず、補正データ生成装置203は、スペクトラムアナライザ202からの測定結果から、スピーカ112からの放音音声のピークレベルを検出する（ステップS801）。そして、そのピークレベル時の周波数（ピーク周波数） $\omega_0$ 、バンド幅 $\omega_b$ を検出するとともに、ピーク周波数 $\omega_0$ とバンド幅 $\omega_b$ とから求められるQ値を算出する（ステップS802）。

【0111】さらに、スペクトラムアナライザ202からの測定結果から、スピーカ112の放音音声の周波数特性を悪化させる一方の要因であるディップレベルを検出する（ステップS803）。そして、そのディップレベル時の周波数（ディップ周波数） $\omega_0$ 、バンド幅 $\omega_b$ を検出するとともに、ディップ周波数 $\omega_0$ とバンド幅 $\omega_b$ とから求められるQ値を算出する（ステップS804）。

【0112】図12に示す処理において、ステップS801からステップS804までの処理により、補正データ生成装置部203の測定データメモリ2031には、図9に示した測定データテーブルの測定データが得られる。そして、前述もしたように、補正データ生成装置203においては、測定データメモリ2031の測定データと、目標特性データメモリ2032の目標特性データとに基づいて、補正データを生成する（ステップS805）。

【0113】このステップS805の処理においては、測定データに測定誤差が含まれていることも考えられる。そこで、前回までに測定され計算された各測定デー

タを使用して、今回測定され計算された測定データの平均化を行い、この平均化された測定データを用いて、携帯電話端末1の等化回路11に設定する補正データを生成する。なお、ステップS805における平均化の処理は、測定が初回の場合には、平均化のために使用するデータが存在しないために、測定データの平均化を行わないようにする。

【0114】そして、得られた補正データと、携帯電話端末1のパラメータメモリ134（パラメータテーブル）のパラメータを当該補正データに書き換えることを指示するコマンドとを、携帯電話端末1のデジタルI/F145を通じて、携帯電話端末1のコントロール部130に供給する。

【0115】携帯電話端末1のコントロール部130は、補正データ生成装置部203からのコマンドに応じて、補正データ生成装置部203からの補正データを、パラメータメモリとしても用いられるEEPROM134に形成されたパラメータテーブルの対応する係数エリアに記録する（ステップS806）。

【0116】このようにして、携帯電話端末1のスピーカ112からの放音音声の周波数特性を、図8に示した上限曲線401および下限曲線402により示される予め決められた規格の範囲内であって、特性極性403が示すような平坦な特性となるように調整する。

【0117】なお、図8においては、上限曲線401、下限曲線402、特性曲線403とも、平坦な周波数特性を有するものとして説明した。しかし、周波数特性は、必ずしも平坦な特性を有していなくてもよい。つまり、低域側のレベルを高くとったり、逆に高域側のレベルを高くするような規格の範囲内に、スピーカ112からの放音音声の周波数特性を収めるように調整することももちろんできる。

【0118】また、例えば、図8に示したような放音音声の周波数特性が規格化されている場合であっても、その規格の範囲内において、携帯電話端末1の使用者の指示に応じて、放音音声の周波数特性を調整することもできる。この場合には、例えば、図8に示した上限曲線401、下限曲線402、特性曲線403に相当するデータを、コントロール部130のROM132やEEPROM134に記憶させておく。

【0119】そして、スピーカ112から放音される音声のユーザ調整モードを携帯電話端末1に設けておく。このユーザ調整モードにされたときに、ユーザインターフェースを通じて入力される使用者からの指示に応じて、目的とする周波数のレベルを制御するようにすればよい。また、使用者の指示に応じて、携帯電話端末1のスピーカ112からの放音音声の周波数特性を調整する場合には、予め決められた規格の範囲外になっても、使用者の好みに応じた周波数特性に調整ようにしてもよい。

【0120】図13は、ユーザ調整モード時に携帯電話端末1のディスプレイ142の表示画面142Dに表示されるユーザインターフェースの一例を説明するための図である。この場合、表示画面142D内には、周波数特性を表示するための矩形の表示領域51と、各種パラメータ表示領域52とが設けられる。

【0121】周波数特性表示領域51は、例えば、横方向が周波数軸方向、縦方向がレベル軸方向とされる。図13において、符号51fは周波数軸、符号51Lはレベル軸である。周波数範囲は、例えば、20Hz～20kHzとされ、周波数軸方向は、対数目盛り、レベル軸方向は直線目盛りとされている。

【0122】また、各種パラメータ表示領域52には、バンドNo（図13のBand）53と、設定したい周波数値（図13のFreq）54と、レベル値（図13のLevel）55と、Q値（図13のQ）56とが表示される。各パラメータの値は、キーボード部144のキー操作により選択され、また、設定される。

【0123】なお、バンドNoは、パラメータセット（周波数値と、レベル値と、Q値都からなる設定情報の組み）の設定が可能な1つの周波数点についての例えばEEPROM134上の記憶アドレスに対応するものである。

【0124】そして、図13に示したユーザインターフェースを通じて入力された情報（パラメータセット）は、この第1の実施の形態においては、EEPROM134に記憶される。そして、携帯電話端末1のコントロール部130は、EEPROM134に設定されたパラメータセットに基づいて、等化回路110に設定する係数（パラメータ）を求め、等化回路110に設定する。

【0125】このようにすることによって、携帯電話端末1のスピーカ112から放音される音声の周波数特性を使用者の好みに応じたものとなるように調整することができる。

【0126】なお、この第1の実施の形態において、等化回路110は、図3に示した2次IIRフィルタが複数段設けられて構成されたものとして説明したがこれに限るものではない。スピーカに供給する音声信号の周波数特性の調整が可能な各種のフィルタを用いることができる。

【0127】また、この第1の実施の形態においては、テスト音声データとしてのいわゆるピンクノイズを、携帯電話端末1の入力端子108を通じて、外部から供給を受けるものとして説明した。しかし、これに限るものではない。例えば、ピンクノイズ発生器を予め携帯電話端末1に搭載しておき、携帯電話端末1に搭載されたピンクノイズ発生器により発生させたピンクノイズを用いるようにしてもよい。

【0128】【第2の実施の形態】 前述した第1の実施の形態においては、携帯電話端末1のスピーカ112か

らの放音音声の周波数特性を調整するようにした。しかし、通話品質を良好に保つために、携帯電話端末のマイクロホン（送話器）により收音した音声（收音音声）の周波数特性を調整したい場合もある。この第2の実施の形態の周波数特性調整システムは、携帯電話端末のマイクロホンにより收音された音声の周波数特性を調整することができるものである。

【0129】図14は、この発明による周波数特性調整方法が適用された、この発明による周波数特性システムの他の実施の形態を説明するためのブロック図である。図14に示すように、この第2の実施の形態の周波数特性調整システムは、携帯電話端末3と、テスト音声発生器4とにより構成されたものである。

【0130】この第2の実施の形態の携帯電話端末3は、この発明による音響装置が適用されたものである。そして、この第2の実施の形態の携帯電話端末3は、送信系の音声符号化部119と、マイクアンプ120との間に、スイッチ回路123、等化回路124、および、スペクトラムアナライザ125が設けられたものである。その他の各部は、図1に示した第1の実施の形態の携帯電話端末1と同様に構成されたものである。

【0131】このため、以下においては、説明を簡単にするため、図14に示すこの第2の実施の形態の携帯電話端末3において、図1に示した第1の実施の形態の携帯電話端末1と同様に構成される部分には、第1の実施の形態の携帯電話端末1と同じ参照符号を付し、その説明については省略する。

【0132】この第2の実施の形態において、携帯電話端末3に設けられた等化回路124は、第1の実施の形態において前述した受信系のスピーカアンプ111の前段に設けた等化回路110と同様に構成されたものである。すなわち、等化回路124は、図3に示した2次IIRフィルタが用いられて形成されたものであり、設定される係数（パラメータ）に応じて、マイクロホン121により收音された音声に応じた音声信号であって、マイクアンプ120によって増幅され、A/D変換された音声データの周波数特性を調節することができるものである。

【0133】また、スペクトラムアナライザ125は、前述した第1の実施の形態の測定装置2のスペクトラムアナライザ202と同様の機能を有するものであり、これに供給される音声データの周波数特性を測定するものである。そして、この第2の実施の形態の携帯電話端末3においては、コントロール130が、前述した第1の実施の形態の測定装置2の補正データ生成装置部203と同様の機能を有するように構成されている。

【0134】また、この第2の実施の形態の携帯電話端末3は、マイクロホン121により收音された音声の周波数特性を調整するための收音音声の調整モードを有している。この收音音声の調整モードへの切り換えは、前

述した第1の実施の形態の携帯電話端末1における放音音声の調整モードへの切り換えと同様に、携帯電話端末3のキーボード部144に対して、所定の操作を行うことにより行われる。

【0135】そして、收音音声の調整モードにされると、携帯電話端末3のコントロール部130は、スイッチ回路123に切り換え制御信号を供給し、スイッチ回路123を等化回路124からの音声データを出力するように切り換えられる。そして、以下に説明するように、スペクトラムアナライザ125による收音音声の周波数特性の測定、および、携帯電話端末3のコントロール部130による補正データの生成が行われることになる。

【0136】図15は、この第2の実施の形態の周波数特性調整システムの要部を説明するためのブロック図である。前述したように、携帯電話端末3が、例えば通話モードなどのモードから、收音音声の調整モードに切り換えられると、コントロール部130からの切り換え制御信号CTにより、等化回路124からの音声データ、すなわち、マイクロホン121により收音され、マイクアンプ120に増幅されて、A/D変換された收音音声の音声データが、スペクトラムアナライザ125に供給される。

【0137】スペクトラムアナライザ125は、供給された音声データの周波数特性の測定を行い、この測定の結果得られた周波数特性を示すデータをコントロール部130に供給する。携帯電話端末3のコントロール部130は、前述したように、補正データ生成装置部としての機能を有するものであり、図15に示すように、測定データメモリ1301、補正データ生成部1302、目標特性データメモリ1303、パラメータメモリ1304とを有するようにされている。

【0138】測定データメモリ1301には、スペクトラムアナライザ125からの測定結果（周波数特性データ）に基づいて得られる周波数、Q値、レベルからなる測定データセットが記憶され、図9に示した測定データテーブルと同様のテーブルが作成される。この第2の実施の形態においては、携帯電話端末3のRAM132が、測定データメモリ1301として用いられる。

【0139】また、この第2の実施の形態の携帯電話端末2において、補正データ生成部1301としての機能は、CPU131、ROM132、RAM133を用いることによって、このコントロール部130において実行されるプログラムに応じて実現される。

【0140】目標特性データメモリ1303には、收音音声の周波数特性についての規格に応じたデータ、すなわち、図8を用いて前述した放音音声の周波数特性についての規格の場合と同様に、上限曲線、下限曲線、特性曲線のそれぞれに応じたデータが予め記憶されている。この第2の実施の形態の携帯電話端末3においては、R



OM132が、目標特性データメモリ1303として用いられる。

【0141】また、パラメータメモリ1303には、等化回路124に設定するパラメータが記憶される。このパラメータメモリ1303には、図10に示したパラメータテーブルと同様のテーブルが作成される。この第2の実施の形態の携帯電話端末3においては、EEPROM134が、パラメータメモリ1303としても用いられる。

【0142】そして、携帯電話端末3が、收音音声の調整モードにされた後、テスト音声発生器4のテスト音声発生部402において、テスト音声データとして、いわゆるピンクノイズを発生させ、これをテスト音声発生器4のスピーカ401より放音する。

【0143】このテスト音声発生器4のスピーカ401からのピンクノイズを、携帯電話端末3のマイクロホン121により收音し、收音した音声のスペクトラムアナライザ125による測定処理、および、スペクトラムアナライザ125からの周波数特性を示すデータから得られる周波数、Q値、レベルに応じて、等化回路124に

設定する補正データ（パラメータ）の生成処理を行う。

【0144】このように、マイクロホン121の收音音声の周波数特性の調整処理も、その内容は、前述した第1の実施の形態のスピーカ112からの放音音声の周波数特性の調整処理と同じようにして行われる。したがって、この携帯電話端末3のマイクロホン121の收音音声の周波数特性を調整する場合にも、図11、図12のフローチャートに示した処理と同様の処理を行うことにより、收音音声の周波数特性の調整が可能である。しかし、図11、図12のフローチャートに示した処理の各

処理が実行される装置部分が、第1の実施の形態の場合と、この第2の実施の形態の場合とでは異なることになる。

【0145】以下、図11、図12を参照して、この第2の実施の形態の周波数特性調整システムにおいて行われる携帯電話端末3のマイクロホン121により收音された收音音声の周波数特性の調整について説明する。

【0146】すなわち、図11に示したフローチャートにおいて、ステップS701のピンクノイズの放音処理は、この第2の実施の形態においては、テスト音声信号発生器4において行われる処理である。ステップS702以降の各処理は、携帯電話端末3側に行われる処理である。

【0147】そして、この第2の実施の形態においては、携帯電話端末3のマイクロホン121により、テスト音声発生器4からのピンクノイズを收音し（ステップS702）、この收音音声について、スペクトラムアナライザ125によりスペクトラムアナライズすることにより收音音声の周波数特性データを得る（ステップS703）。

【0148】この測定の結果得られた周波数特性データ、および、目標特性データに基づいて、携帯電話端末3のコントロール部130において、周波数特性チェックを行う（ステップS704）。そして、ステップS705の判断処理において、携帯電話端末3のコントロール部130が、收音音声の周波数特性が誤差範囲内（規格の範囲内）であると判断した場合には、收音音声の周波数特性を調整する必要はないので、この図11に示す処理を終了する。

【0149】ステップS705の判断処理において、携帯電話端末3のコントロール部130が、收音音声の周波数特性が誤差範囲内（規格の範囲内）にないと判断した場合には、携帯電話端末3のコントロール部130は、ROM132より補正データ生成プログラムを読み出して実行することにより、図12に示した補正データ生成処理を行い、携帯電話端末3の等化回路124に設定する補正データ（パラメータ）を生成し、EEPROM134のパラメータテーブルに記憶されているパラメータを補正（変更）する。

【0150】このEEPROM134のパラメータテーブルに記憶されたパラメータが、等化回路124で用いられ、携帯電話端末3のマイクロホン121により收音された音声の周波数特性が調整される。このように、携帯電話端末3から相手方に送信する音声信号についても、その周波数特性を調整することができるので、通話品質を良好な状態に保つことができるようにされる。

【0151】なお、この第2の実施の形態の場合にも、等化回路124は、図3に示した2次IIRフィルタにより構成するようにしたが、これに限るものではない。周波数特性の調整が可能な各種のフィルタを用いることができる。

【0152】また、この第2の実施の形態においても、マイクロホン121により收音した音声の周波数特性を使用者の指示入力に応じて調整するようにすることもできる。すなわち、前述したように、自動で收音音声の周波数特性を調整するのではなく、手動で收音音声の周波数特性を調整するようにすることもできる。

【0153】前述の第1、第2の実施の形態から分かるように、スピーカ（受話器）やマイクロホン（送話器）を携帯電話端末の筐体内にセットした状態で、スピーカからの放音音声や、マイクロホンによる收音音声の周波数特性を予め決められた規格内に収まるように、自動的に、かつ、確実に調整することができる。

【0154】したがって、携帯電話端末の筐体に搭載する前に、スピーカやマイクロホンの特性を厳密に調整する必要がないので、携帯電話端末に用いるスピーカやマイクロホンの選択幅を広げることができる。

【0155】また、スピーカからの放音音声の周波数特性を、使用者からの指示入力に応じて、使用者の好みの特性となるように調整することもできる。放音音声や収

音音声の周波数特性が、予め決められた規格の範囲からずれてしまっても、携帯電話端末の製造業者側のサービスセンターや販売店などの携帯電話端末を持ち込むことによって、放音音声や收音音声の周波数特性をいつでも良好な状態に調整することができる。

【0156】また、スピーカやマイクロホンを携帯電話端末の筐体に搭載した状態での放音音声、收音音声の周波数特性の調整が可能になることにより、携帯電話端末の筐体が、スピーカやマイクロホンに与える影響を低減することができるので、携帯電話端末の設計が容易になる。

【0157】また、携帯電話端末の筐体の形状や構造の変更により、スピーカやマイクロホンの特性調整を行うこともなくなる。したがって、携帯電話端末の筐体の形状や構造が変更になり、金型自体が変更になっても、スピーカマイクロホンの特性を調整したり、あるいは、他のスピーカやマイクロホンに変更するなどの必要がなくなる。したがって、筐体など変更に伴う製造日程の遅延を防止することができる。

【0158】また、携帯電話端末のスピーカやマイクロホンの特性を調整するために、スピーカやマイクロホンの製造業者に対して、携帯電話端末の筐体や基板などを貸し渡す必要もなくなるので、携帯電話端末のデザインなどの情報が、販売前に他社に漏れるなどの危険性をも低減することができる。

【0159】なお、前述の第1、第2の実施の形態においては、テスト音声データとして、ピンクノイズを用いるようにした。しかし、テスト音声データは、ピンクノイズに限るものではない。いわゆるホワイトノイズ、擬似音声、実音声などをテスト音声データとして用いることもできる。この場合には、テスト音声データとして利用可能なようにホワイトノイズ、擬似音声、実音声を作成するようにすればよい。

【0160】また、前述した第1、第2の実施の形態において、携帯電話端末1、携帯電話端末3の音声復号部107、音声符号化部119は、DSP (Digital Signal Processor) により構成されることも多い。このため、DSPにより構成される音声復号部107内、音声符号化部119内に、音声データの周波数特性調整用のパラメトリックイコライザを構成するとともに、パラメータテーブルを記憶するメモリを設けるようにしてもよい。

【0161】また、前述した第1、第2の実施の形態においては、この発明による音響装置を携帯電話端末に適用した場合を例にして説明した。しかし、音響装置は、携帯電話端末に限るものではない。例えば、パーソナルコンピュータ、いわゆるノートパソコン、あるいは、各種の携帯情報端末にも、スピーカやマイクロホンを搭載し、音声データについても処理することができるものが提供されるようになってきている。

【0162】このように、各種の情報処理装置に搭載されたスピーカからの放音音声や、搭載されたマイクロホンにより收音された收音音声の周波数特性を、これらスピーカやマイクロホンが情報処理装置の筐体内に搭載された状態で調整することができる。すなわち、この発明による音響装置は、スピーカやマイクロホンが搭載された各種の装置に適用することができる。そして、この発明による周波数特性調整システム、周波数特性調整方法は、携帯電話端末を用いる場合だけでなく、スピーカやマイクロホンを備えた各種の音響装置を用い場合に適用することができる。

【0163】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、スピーカを音響装置の筐体に搭載した状態で、そのスピーカから放音される放音音声の周波数特性を目的とする周波数特性となるように調整することができる。

【0164】また、マイクロホンを音響装置の筐体に搭載した状態で、そのマイクロホンにより收音された收音音声の周波数特性を目的とする周波数特性となるように調整することができる。

【0165】また、スピーカから放音される放音音声や、マイクロホンにより收音される收音音声は、これらスピーカやマイクロホンが搭載される音響装置の筐体た基板などから受ける影響を確実に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による周波数特性調整システムの一実施の形態を説明するためのブロック図である。

【図2】図1に示した周波数特性調整システムの要部を説明するためのブロック図である。

【図3】図1、図2に示した等化回路を構成する1バンド分のフィルタの構成を説明するためのブロック図である。

【図4】図3に示したフィルタの伝達関数 $H(z)$ および図3に示したフィルタをバンドパスフィルタとして用いる場合の係数 $a_0$ 、 $a_1$ 、 $a_2$ の関係の式を示した図である。

【図5】図3に示したフィルタにおける係数 $b_1$ 、 $b_2$ と当該フィルタの周波数特性の中心周波数 $\omega_0$ およびバンド幅 $\omega_b$ との関係を説明するための式を示した図である。

【図6】図3に示したフィルタの周波数特性と、ピークレベル $G_0$ 、ピーク周波数 $\omega_0$ 、バンド幅 $\omega_b$ を説明するための図である。

【図7】図3に示したフィルタの周波数特性の調整について説明するための図である。

【図8】図1、図2に示した携帯電話端末のスピーカから放音される音声についての周波数特性についての規格と、その規格に合致するようにする周波数特性の調整について説明するための図である。

【図9】測定データテーブルを説明するための図である。

【図10】パラメータテーブルを説明するための図である。

【図11】図1、図2に示した周波数特性調整システムにおいて行われる周波数特性の調整処理を説明するためのフローチャートである。

【図12】補正データ生成装置部において行われる補正データの生成処理について説明するためのフローチャートである。

【図13】使用者からの指示入力を受け付けるユーザインターフェースの一例を説明するための図である。

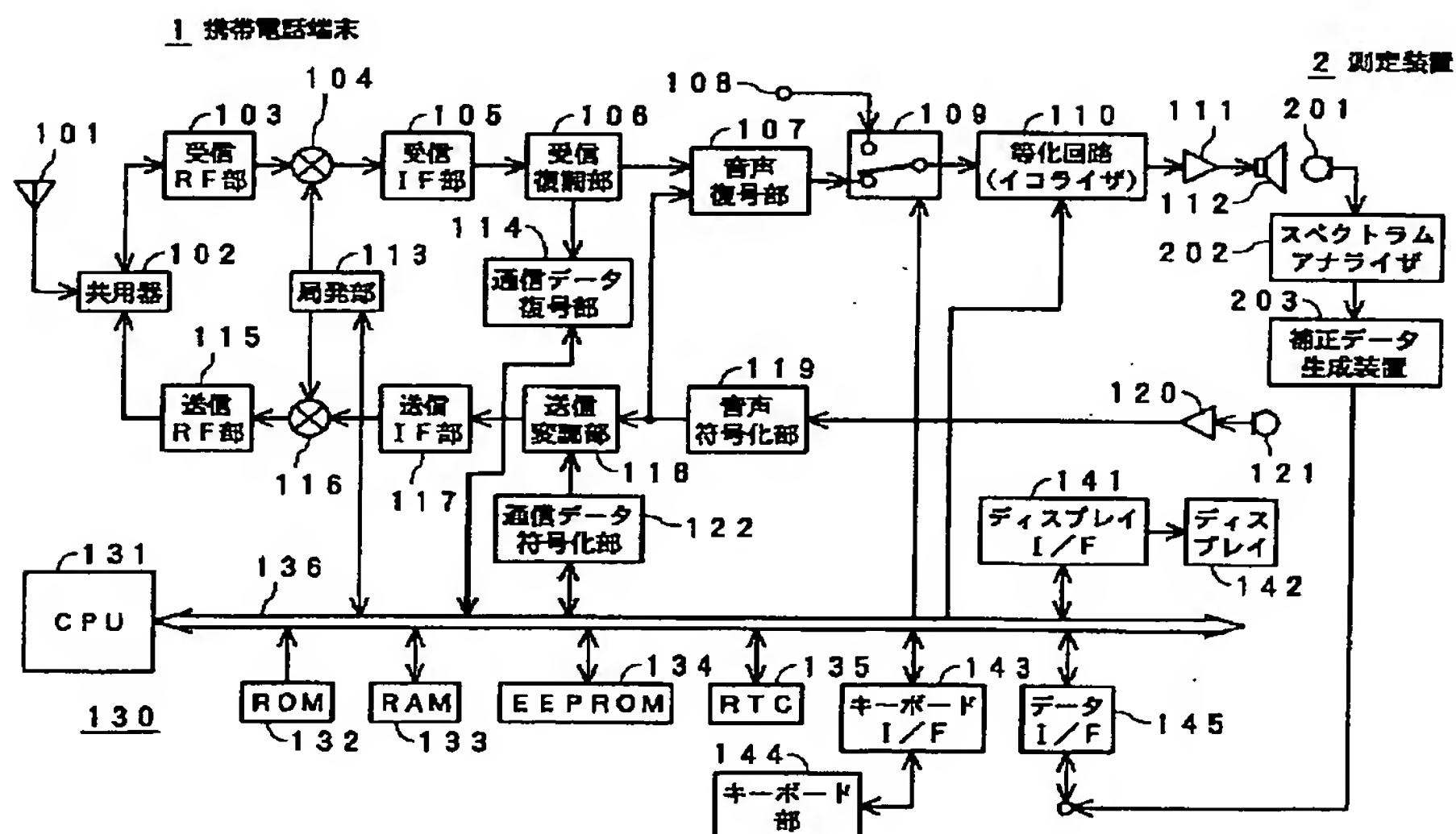
【図14】この発明による周波数特性調整方法の他の例が適用されたこの発明による周波数特性調整システムの他の実施の形態を説明するためのブロック図である。

【図15】図14に示した周波数調整システムの要部を説明するためのブロック図である。

【符号の説明】

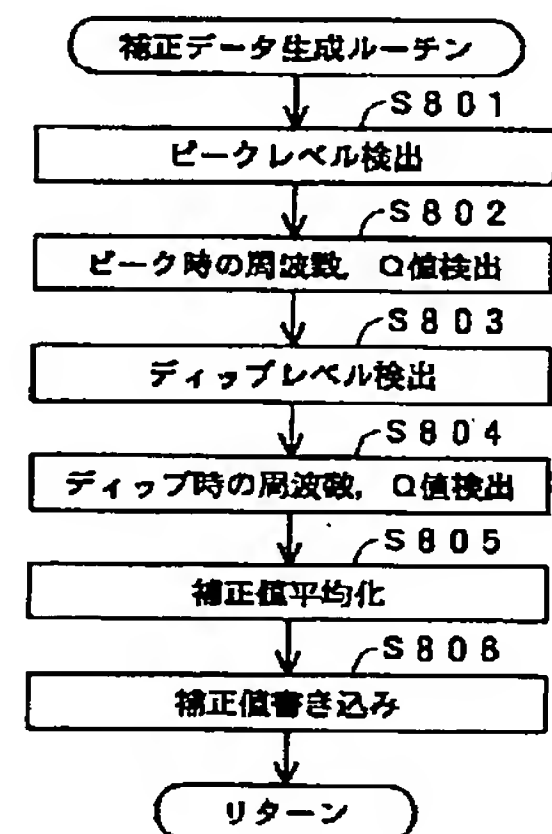
\* 1…携帯電話端末、108…入力端子（テスト音声データ用）、109…スイッチ回路、110…等化回路（パラメトリックイコライザ）、111…スピーカアンプ、112…スピーカ（受話器）、130…コントロール部、131…CPU、132…ROM、133…RAM、134…EEPROM、135…RTC、141…ディスプレイI/F、142…ディスプレイ、143…キーボードI/F、144…キーボード部、145…データI/F、2…測定装置、201…標準マイクロホン、202…スペクトラムアナライザ、203…補正データ生成装置、2031…測定データメモリ、2032…目標特性データメモリ、2033…補正データ生成部、3…携帯電話端末、123…スイッチ回路、124…等化回路（パラメトリックイコライザ）、125…スペクトラムアナライザ、1301…測定データメモリ、1302…補正データ生成部、1303…目標特性データメモリ、1304…パラメータメモリ、4…テスト音声信号発生器

【図1】



【図4】

【図12】



【図5】

$$H(z) = G \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 - b_1 z^{-1} - b_2 z^{-2}} \quad \dots (式1)$$

$$a_1 = 0, a_2 = -a_0 \quad \dots (式2)$$

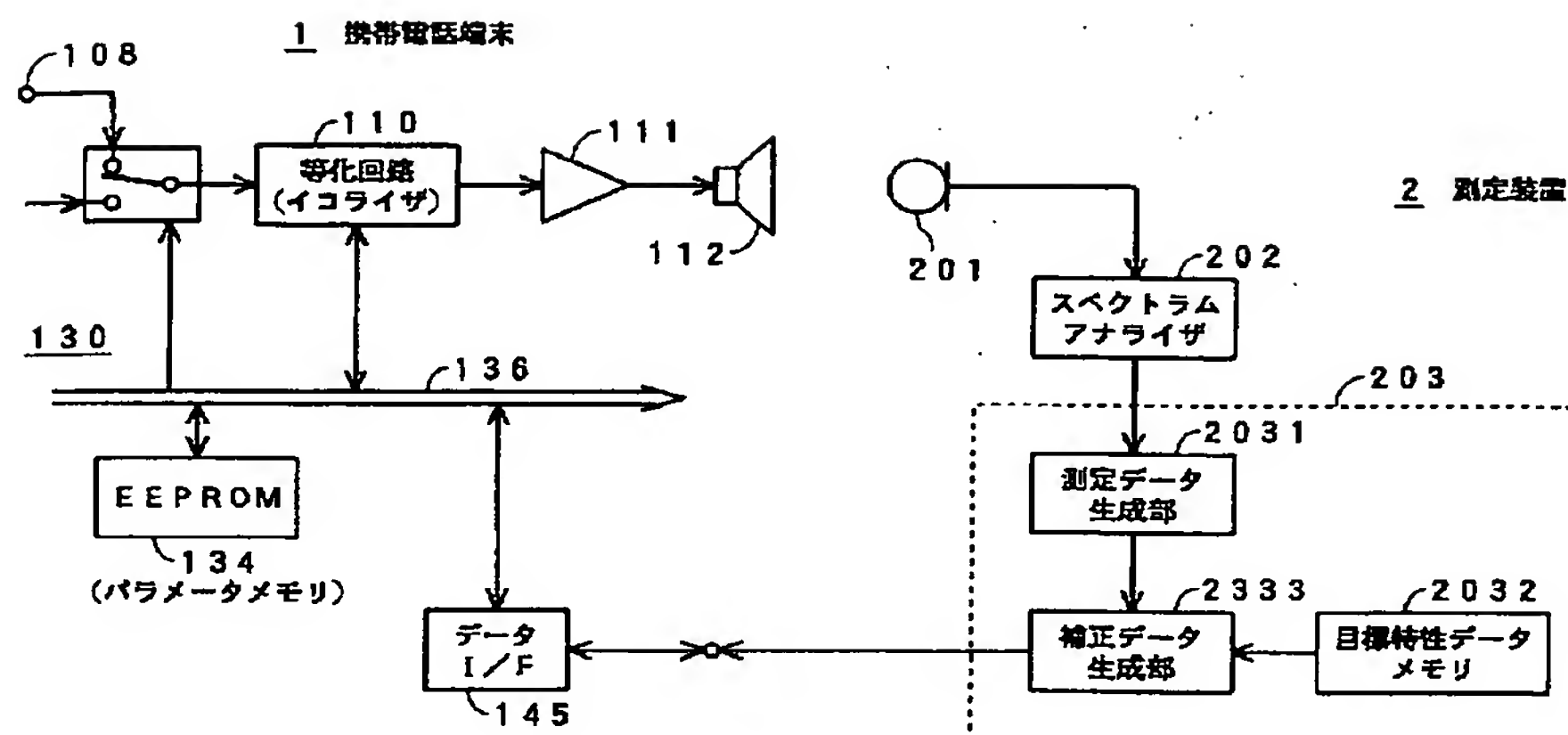
$$\cos \omega_0 = \frac{b_1}{1 - b_2} = A \quad \dots (式3)$$

$$\tan \frac{\omega_b}{2} = \tan \frac{\omega_0}{2Q} = \frac{1 + b_2}{1 - b_2} = B \quad \dots (式4)$$

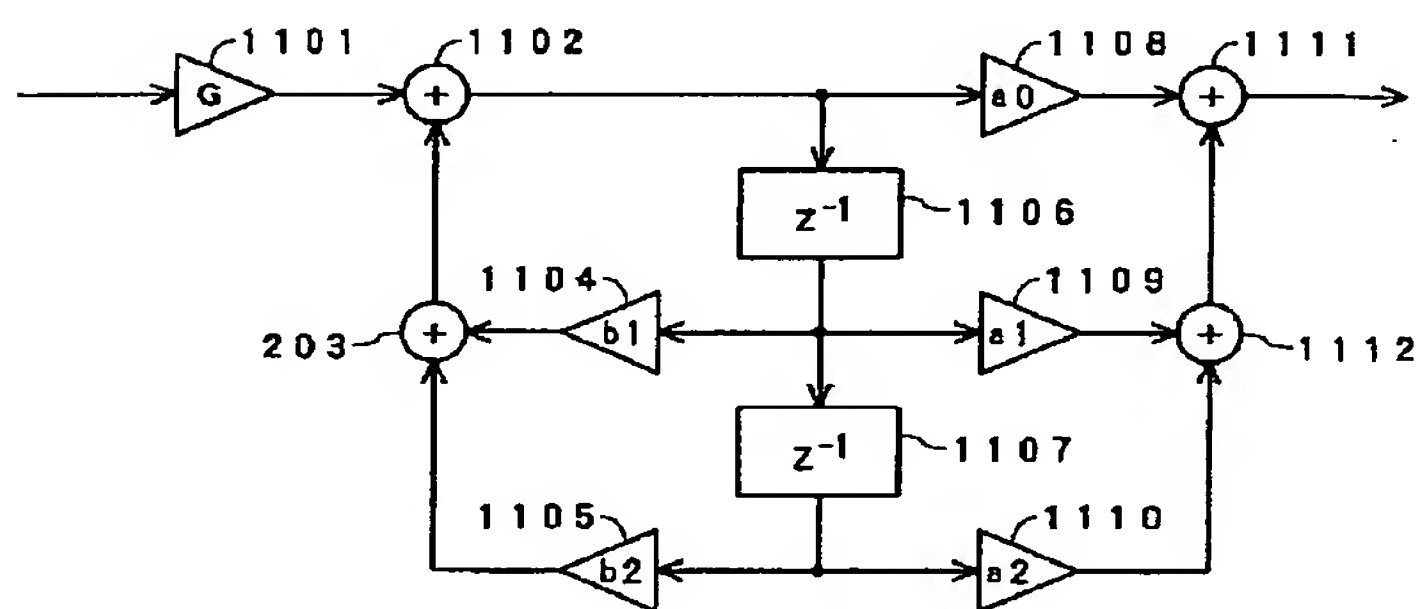
$$Q = \frac{\omega_0}{\omega_b} \quad \dots (式5)$$



【図2】

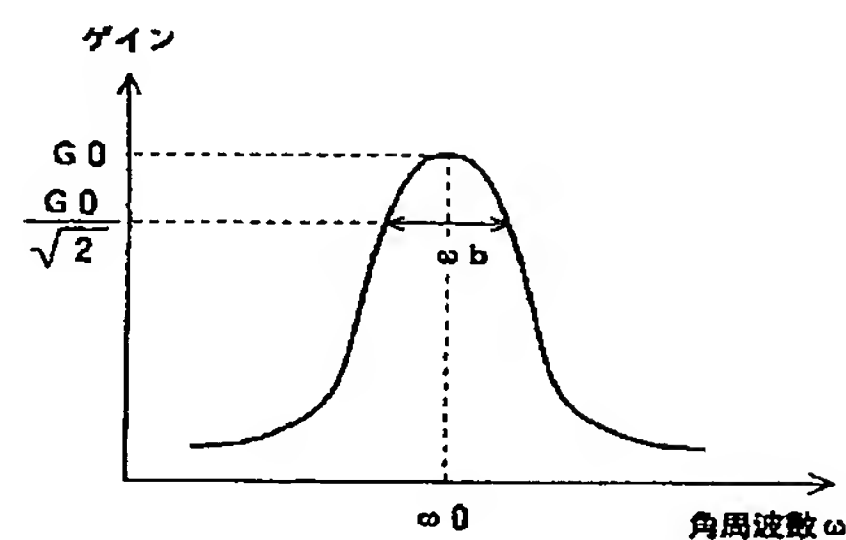


【図3】

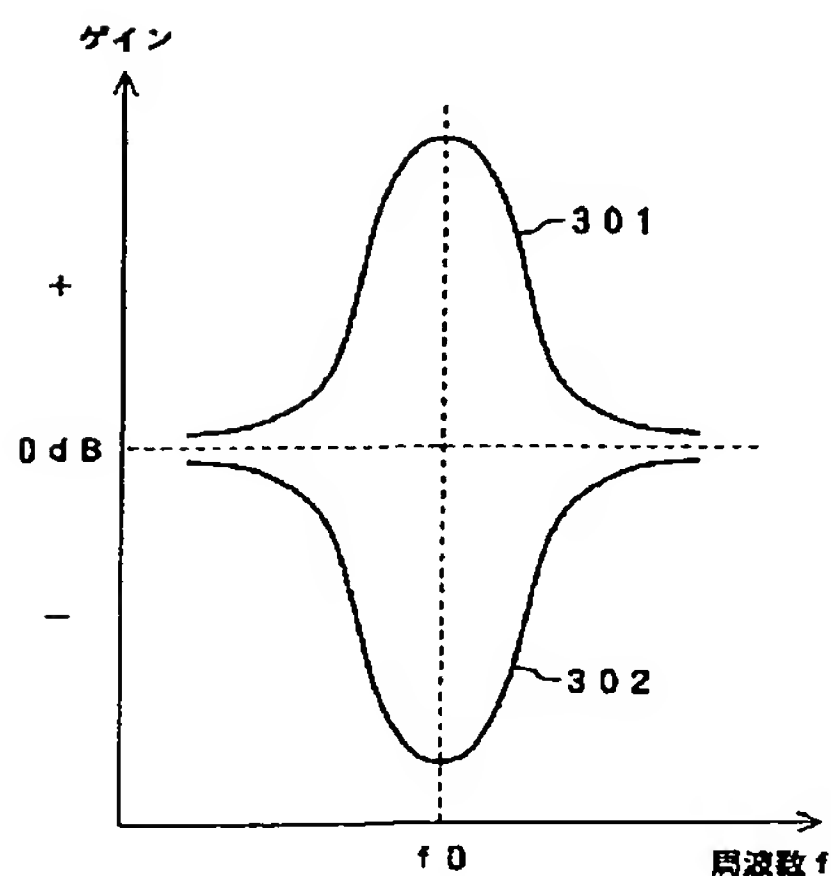


2次IIRフィルター構成図 (1バンド分)

【図6】



【図7】

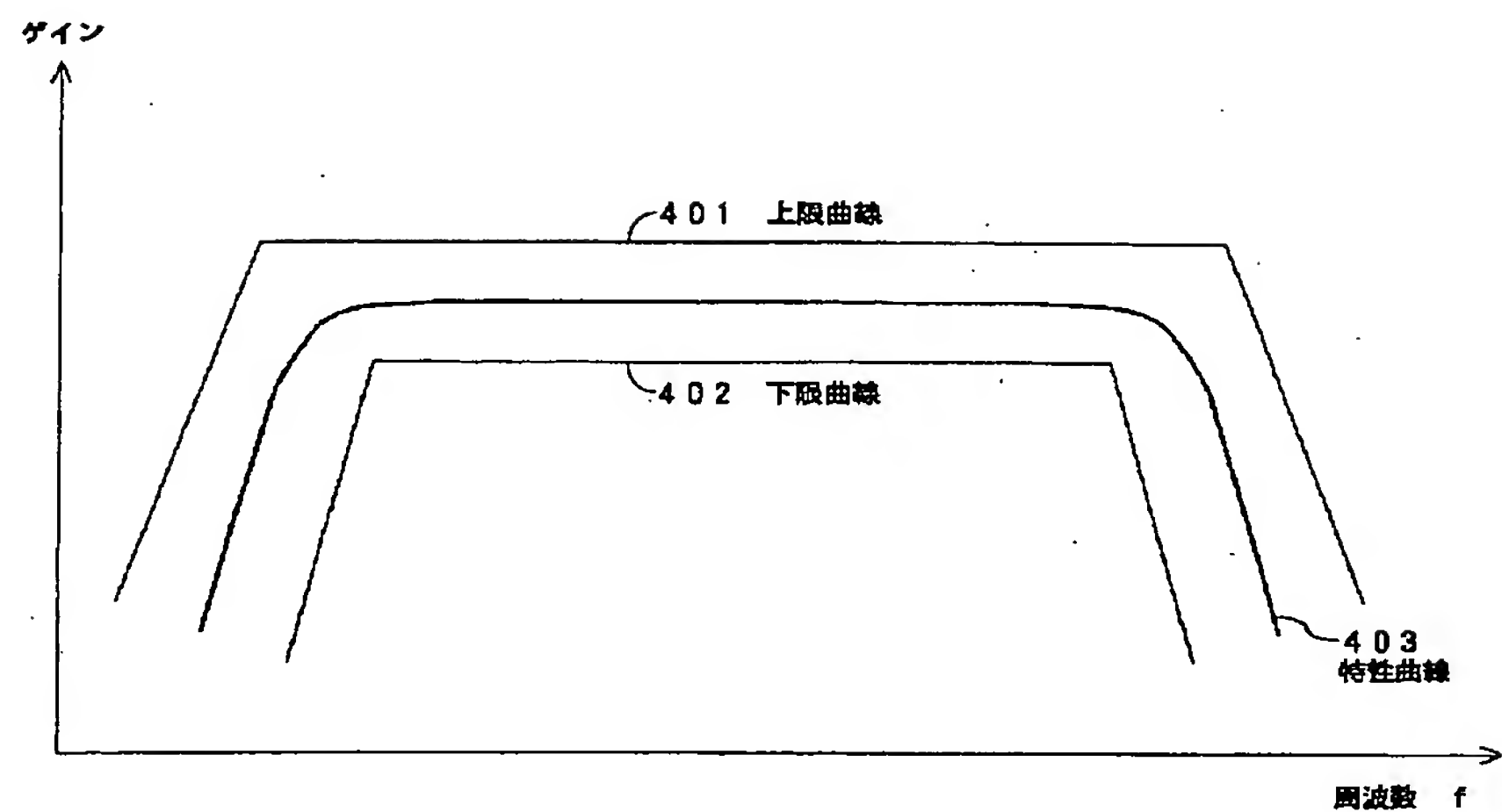


【図9】

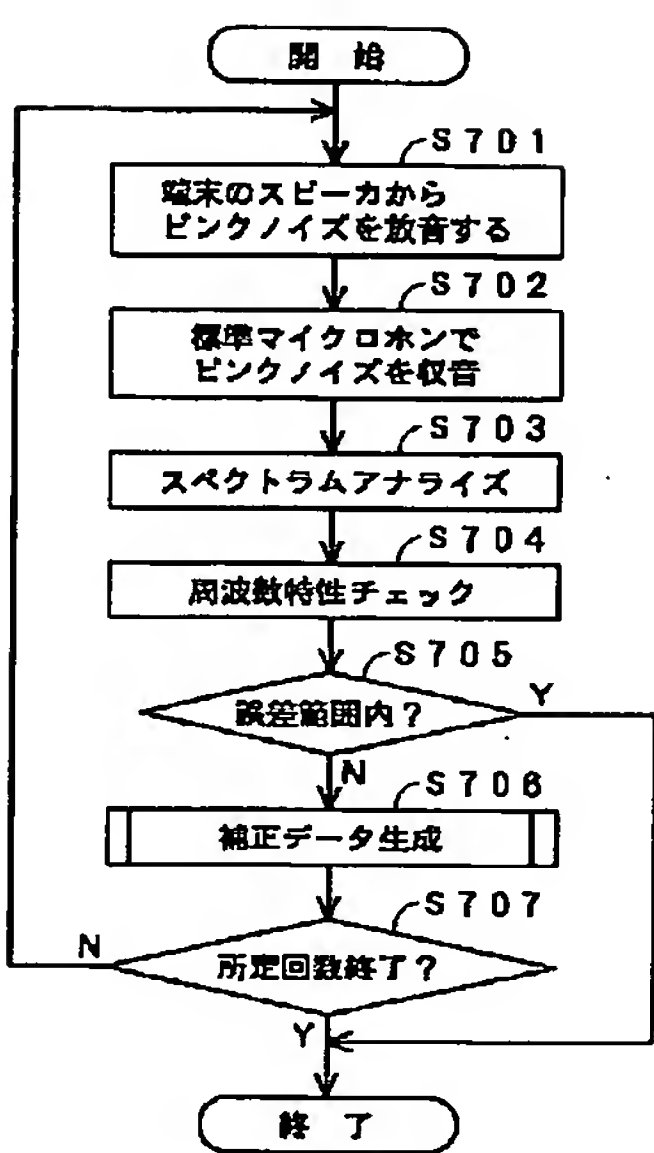
測定データテーブル

501 アドレス	502 周波数 $\omega_0$	503 $\omega_0 / \omega_b = Q$	504 レベル $L$
0000 Hex	F1	Q1	L1
000C Hex	F2	Q2	L2
0018 Hex	F3	Q3	L3
⋮	⋮	⋮	⋮

【図8】



【図11】

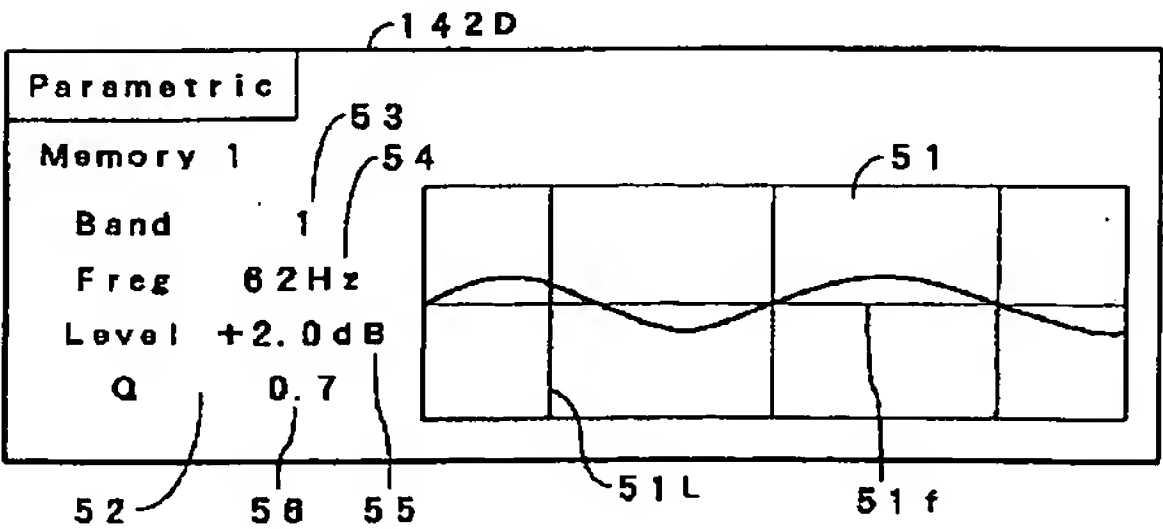


【図10】

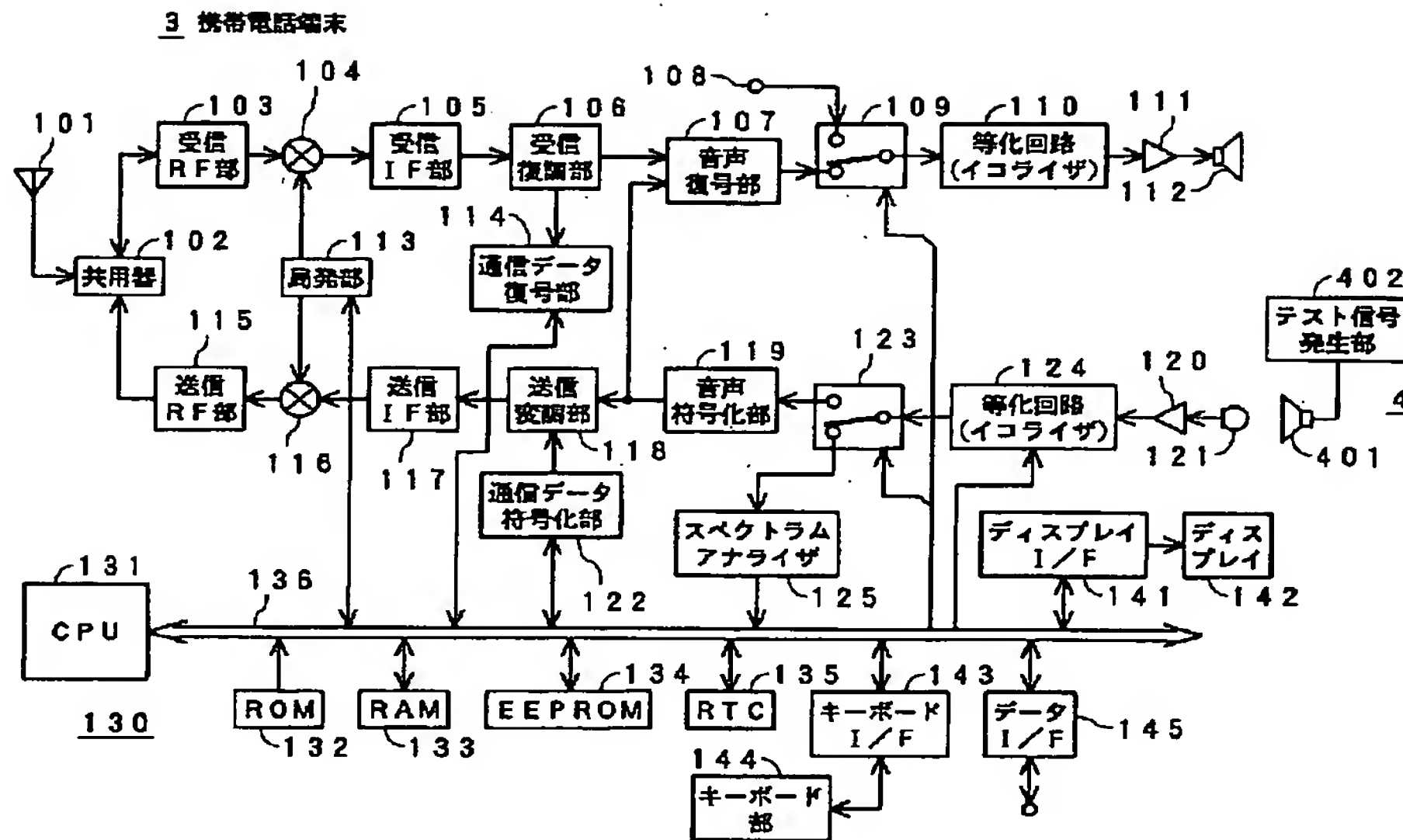
パラメータ テーブル

601 アドレス	602 a0	603 a1	604 a2	605 b1	606 b2	607 k1	608 k2
0000 Hex	1a0	1a1	1a2	1b1	1b2	1k1	1k2
001C Hex	2a0	2a1	2a2	2b1	2b2	2k1	2k2
0038 Hex	3a0	3a1	3a2	3b1	3b2	3k1	3k2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図13】



【図14】



【図15】

